№ 2. Warszawa, 25 lutego 1935 r. Rok XIII

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO STOWARZYSZENIA DOZORU KOTŁÓW W WARSZAWIE

OFICJALNY ORGAN POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO DLA SPRAW KOTŁOWYCH

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.

Wydawca: Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.

REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIUSA XI, 32, m. 2. TEL. 8-25-04.

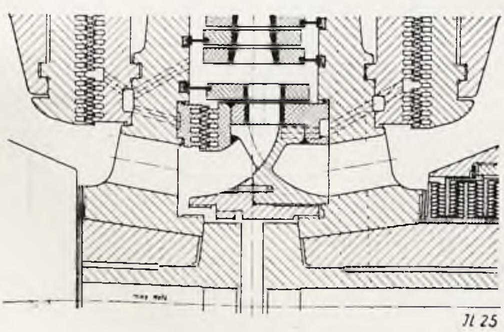
GODZINY BIUROWE: ADMINISTRACJI — CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

Prof. Dr. Inż. WIESŁAW CHRZANOWSKI.

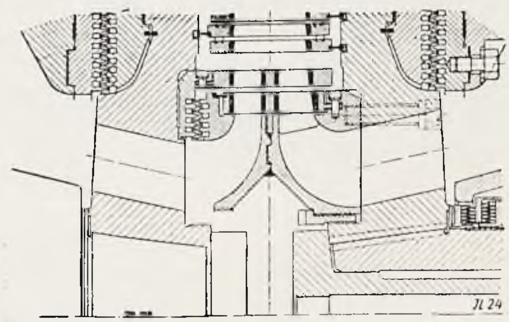
PROMIENIOWE TURBINY PAROWE.

(Dokończenie)

Dla turbin przeciwprężnych i pracujących z pobieraniem pary oraz tych kondensacyjnych, które często pracują z małem obciążeniem, najkorzystniejsza jest regulacja ilościowo-jakościowa, możliwie zbliżona do ilościowej. Wówczas otrzyma się bowiem łagodnie wzrastającą krzywą jednostkowego zużycia pary przy mniejszych obciążeniach. Typowa turbina Ljungstroema jako turbina reakcyjna musi jednak posiadać regulację jakościową. Celem usunięcia tej słabej strony firma *Siemens-Schuckert* proponuje wykonywanie pierwszych dwóch wieńców promieniowych jako stopnia akcyjnego. W tym wypadku pierwszy wieniec łopatkowy może być częściowo zasilany według rys. 16 lub też według rys. 17, gdzie zastosowano dla wspomnianego celu podział długości łopatek w pierwszych dwóch wieńcach łopatkowych. Oczywiście środki wskazane komplikują budowę, a korzyści w zmniejszeniu zużycia pary są stosunkowo nieduże, bo pierwsze wieńce, ze względu na niedużą ich średnicę, mogą opanować przy względnie korzystnym stosunku $u : c_1$ tylko niewielki spadek adjabatyczny cieplika.



Rys. 16



Rys. 17

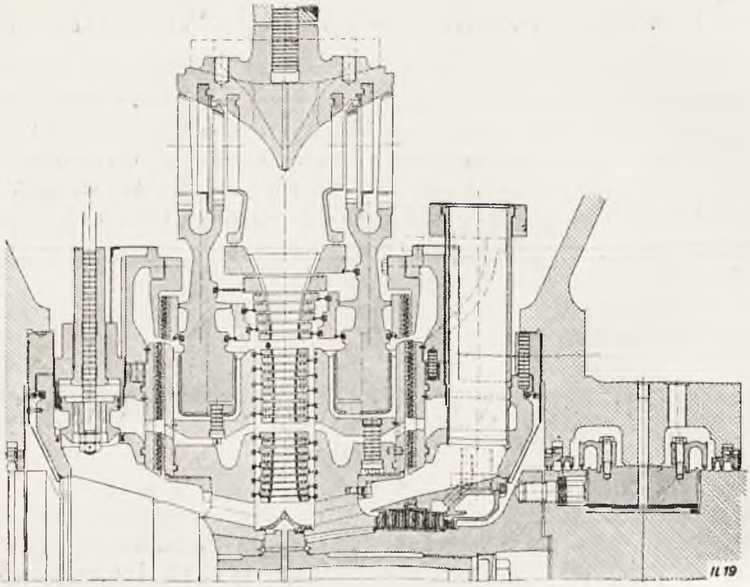
Pod względem konstrukcyjnym fabryka *Siemens-Schuckert* wprowadziła, jak to wynika z rys. 18, także pewne zmiany względem budowy firmy *Stal-Asea* (rys. 11). W szczególności przy dwóch stopniach osiowych stosuje ona po każdej stronie tylko jedną tarczę wirnikową o dwóch wieńcach łopatkowych.

Siemens-Schuckert zwraca również wielką uwagę na możliwie najlepsze odprowadzanie wody z pary przy zmianie kierunku promieniowego przepływu pary w osiowy, umieszczając za pierwszym osiowym wieńcem łopatek kierowniczych kanał odpowiednio ukształtowany.

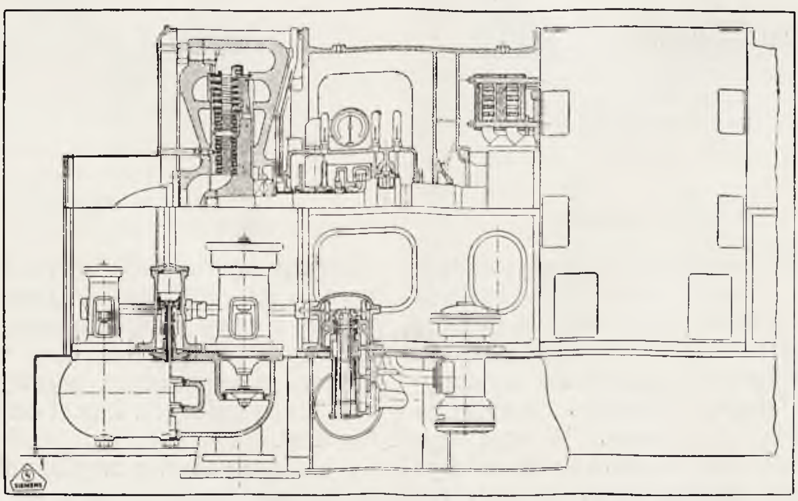
Z rozważań powyższych wynika, że promieniowe turbiny parowe Ljungstroema posiadają liczne zalety, oparte na genjalnych pomysłach, a ulepszane na podstawie doświadczeń praktycznych przedewszystkiem przez szwedzką firmę *Stal-Asea*. Należy więc zastanowić się nad przyczynami, które spowodowały, że system ten, mimo zawarcia w r. 1930 *„Ilunion"* przez najpoważniejsze fabryki turbin parowych w Europie, nie wyparł całkowicie parowych turbin osiowych, które wciąż jeszcze zajmują dominujące sta-

nowisko na rynku zbytu. Decydującego wpływu nie odegrała tutaj pewna niechęć względem systemu Ljungstroema niektórych inżynierów ruchu, którzy uważają budowę tej turbiny promieniowo-przeciwbieżnej za zbyt „zegarkową“, skutkiem czego w razie jakichkolwiek niedomagań nie może być ona tak łatwo skontrolowaną przez mechanika miejscowego.

W warunkach powstałych przez zawarcie „*Ilunion*“ przyczyny musiały być głębsze, wej. Dalej brak możności używania tego systemu jako silnika pracującego z pobieraniem pary, który odgrywa obecnie największą rolę, oraz konieczność stosowania regulacji jakościowej i prądu zmiennego zwężają jeszcze więcej zakres korzystnego wyzyskania pomysłu Ljungstroema. W końcu—stwierdzono w wielu wypadkach, iż sprawność turbiny osiowej nie jest gorsza od promieniowej—przeciwbieżnej, a koszty budowy całej turboprądnicy w obydwóch systemaeh są mniej więcej jednakowe



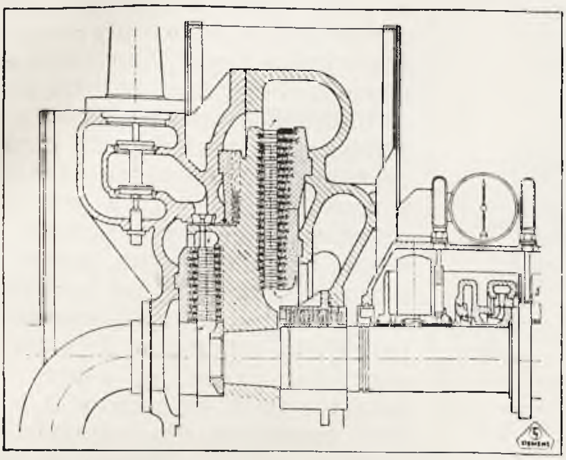
Rys. 18



Rys. 19

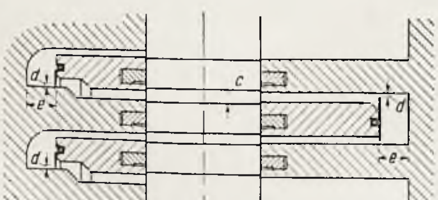
a sądzę, że są one następujące. Zalety turbiny Ljungstroema uwydatniają się najdobitniej jako typu kondensacyjnego o mocy 750 *kW* do około 4000 *kW*, a zatem w stosunkowo małym obrębie, w którym może być stosowany czysty system promieniowy. Przy większej mocy powstaje więcej zawiła budowa z powodu konieczności dodania części osiobo w przeciwbieżnym ustroju koszty wzrastają znacznie z powodu dwóch prądnic. Wobec tak ważkich przyczyn turbiny osiowe, które odznaczają się nietylkoprostotą budowy i łatwością kontroli, lecz także łatwością dostosowania ich do najróżnorodniejszych warunków pracy, zachowały swój dotychczasowy rynek zbytu.

Nie ulega jednak wątpliwości, że korzystne wyniki osiągnięte z turbinami Ljungstroema, były w ostatnich latach *główną podnietą do zbudowania parowej turbiny promieniowej o nieprzeciwbieżnym ruchu wirników,* aby móc stosować tylko jedną prądnicę i nie być skrępowanym prądem zmiennym. Myśl tę urzeczywistniła firma *Siemens-Schuckert,* któ-



Rys. 20

rej system ma dawać dobrą sprawność przedewszystkiem w części wysokoprężnej przy wysokich ciśnieniach i temperaturach pary dolotowej. Wobec tego główny zakres zastosowania tego typu ma być jako turbina przeciwprężna i jako część wysokoprężna turbiny pracującej z pobieraniem pary, w szczególności o mocy średniej.



Rys. 21

Z publikacyj ogłoszonych wynika, że wspomniany typ promieniowy ma posiadać następujące zalety:

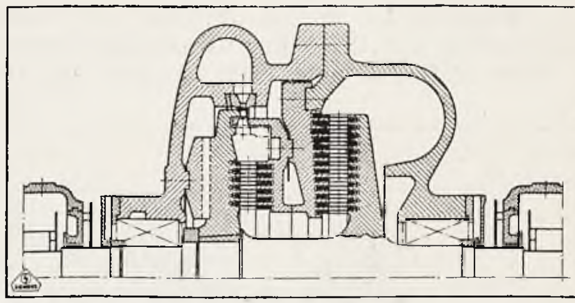
1) krótka budowa turbiny, zapewniająca możliwie małe wydłużenia pod wpływem wysokiej temperatury pary;

2) możliwie małe wymiary części wirujących, mała waga i konstrukcja zdolna do opanowania wysokich ciśnień i temperatur oraz dużych ich zmian, skutkiem czego uruchomienie turbozespołu może nastąpić w bardzo krótkim czasie;

3) małe koszty budowy turbiny, fundamentów i hali maszynowej;

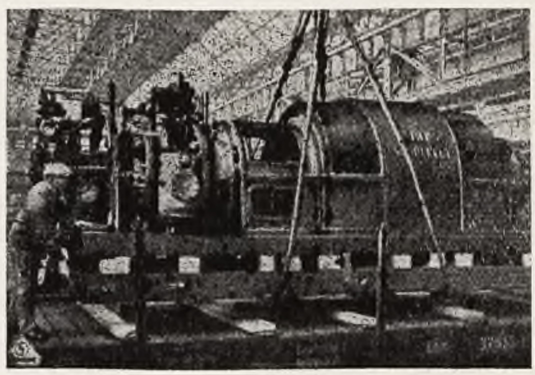
4) małe zużycie pary, zwłaszcza przy małej ilości przełyku tak przy pełnem jak i częściowem obciążeniu.

Wykonane konstrukcje turbin promieniowych *Siemens-Schuckerta* można podzielić na turbiny o jednej i dwóch tarczach wirnikowych.



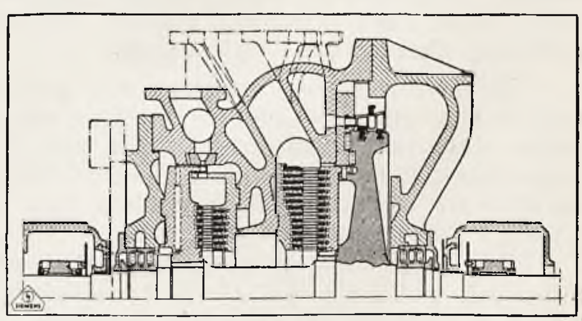
Rys. 22

Turbiny o jednej tarczy stosuje Siemens-Schuckert przy małych spadkach cieplika oraz w instalacjach, w których nie zależy na bardzo wysokiej sprawności silnika. Mogą one



Rys. 23

posiadać regulację jakościową, promieniowy przepływ pary od wewnątrz do zewnątrz oraz wyważenie nacisku osiowego zapomocą wprowadzania pary na drugą stronę tarczy wirni-

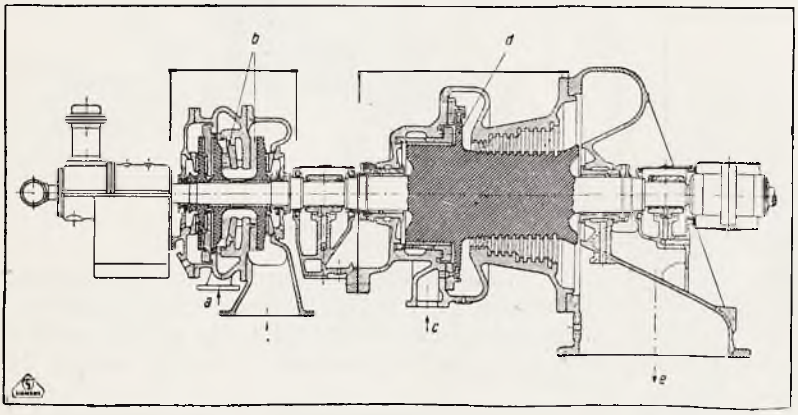


Rys. 24

kowej, co widzimy na rys. 19, przedstawiającym turbinę przeciwprężną o mocy 1250 *kW* przy 3000 *obr/min.* Oczywiście ustrój ten może opanować przy dobrej sprawności tylko mały spadek adjabatyczny cieplika, bo, umieszczając wieńce łopatkowe po jednej stronie tarczy, można uzyskać tylko niedużą $\Sigma\mu^2$, nawet przy

stosowaniu bardzo wąskich łopatek. Ostatnie nie są jednak korzystne tak ze względów wytrzymałościowych jak i ze względu na korzystny przepływ pary.

Większą $\Sigma\mu^2$ można uzyskać przy budowie według rys. 20, który uwidocznia turbinę o mocy 7500 *kW* przy 3000 *obr/min*. Łopatki



Rys. 25

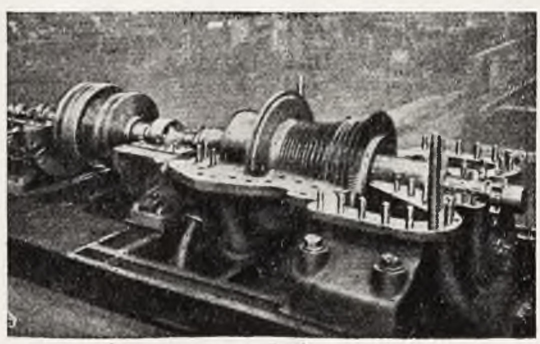
wirnikowe są tutaj umieszczone po obydwóch stronach tarczy, dzięki czemu wyważenie nacisku osiowego jest łatwe. Turbina posiada regulację ilościowo-jakościową z akcyjnym stopniem regulacyjnym, zasilanym od zewnątrz, o przepływie promieniowym. Ze względu na częściowe zasilanie musi być zachowana większa przestrzeń pomiędzy tym stopniem a pierwszym stopniem reakcyjnym części wysokoprężnej, przez którą para płynie również od zewnątrz do wewnątrz; — ostatniego nie można uważać za rozwiązanie korzystne. Po opuszczeniu reakcyjnej części wysokoprężnej para przepływa rurą do niskoprężnej, znajdującej się po prawej stronie tarczy wirnikowej, przez którą płynie od wewnątrz do zewnątrz. Pomiędzy tarczą wirnikową a kadłubem znajduje się uszczelnienie grzebieniaste, które musi opanować spadek ciśnienia pomiędzy dolotowem i wylotowem.

W obydwóch wykonaniach t. j. podług rys. 19 i 20 tarcze wirnikowe znajdują się na końcu wału, skutkiem czego tylko para niskoprężna działa na dławnice. Również dostęp do wieńców łopatkowych jest dogodny, bo wymaga tylko usunięcia pokrywy.

Osadzenie łopatek kierowniczych i wirnikowych pokazuje rys. 21 (po lewej stronie tarcza wirnikowa). W tarczach wytoczone są tutaj pierścienie koncentryczne, w których znajdują się końce łopatek, a drugie końce są umocowane w pierścieniach nośnych, zaopatrzonych w uszczelnienie z blachy niklowej jak u Ljungstroema ze szczeliną *d*. Mała masa blachy zapewnia, że ewentualne zatarcie nie może wywołać szkodliwych uszkodzeń turbiny, lecz można natomiast wypowiedzieć obawę, że wytoczone z tarczy pierścienie koncentryczne będą w ruchu turbiny mniej elastyczne w stosunku do wydłużeń poszczególnych części niż budowa Ljungstroema pokazana na rys. 15.

Dla opanowania większych spadków cieplika *Siemens - Schuckert* stosuje ustrój o dwóch tarczach wirnikowych z regulacją ilościowo - jakościową, działającą na jedno koło akcyjne lub Curtisa o promieniowym przepływie pary. Jak wynika z rys. 22, przedstawiającego turbinę przeciwprężną o mocy 1500 *kW* przy 5000 *obr/min* z odpowiednią przekładnią do prądnicy, tarcze wirnikowe są osadzone w kształcie litery *U*, a para płynieprzez część wysokoprężną od zewnątrz do wewnątrz, natomiast przez niskoprężną od wewnątrz do zewnątrz. Przy stosowaniu przekładni zębatej zmniejszają się oczywiście przy tej samej $\Sigma\mu^2$ średnice tarcz wirnikowych, a zatem zmniejsza się odpowiednio i ciężar całości. Demontaż tego ustroju nie jest tak dogodny jak turbiny o jednej tarczy wirnikowej. Zewnętrzny widok turboprądnicy przeciwprężnej widzimy na rys. 23.

Podane powyżej rodzaje turbin promieniowych mogą być także stosowane jako

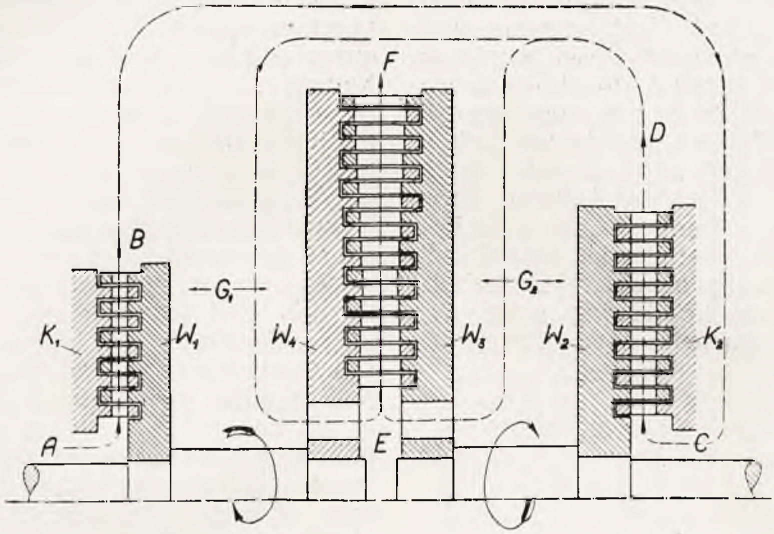


Rys. 26

część wysokoprężna turbiny kondensacyjnej lub przeciwprężnej, pracującej z pobieraniem pary za częścią promieniową. Tego rodzaju typ jednokadłubowy widzimy na rys. 24, w którym osiowe koło Curtisa tworzy część niskoprężną, a na rys. 25 i 26 — dwukadłubową turbinę. W budowie uwidocznionej na rys. 25 dopływ pary świeżej znajduje się przy *a*, część promieniowa oznaczona jest literą *b*, a w niskoprężnym cylindrze znajduje się turbina osiowa, składająca się z jednego koła akcyjnego i wielostopniowej części reakcyjnej.

Zapaleni zwolennicy systemu promieniowego wyrażają zapatrywanie, że można go z powodzeniem stosować w połączeniu z turbiną Ljungstroema jako turbinę kondensacyjną przy najwyższych ciśnieniach i temperaturach

(rys. 27). Całość składałaby się z dwóch turbin z nieruchomemi kierownicami K_1 i K_2 oraz z turbiny Ljungstroema. Wirnik W_1 jest umieszczony na wale wirnika W_4 turbiny Ljungstroema, a wirnik W_2 — na wale wirnika W_3; — w miejscach G_1 i G_2 znajdują się prądnice. Para przebiegałaby drogę oznaczoną litearmi *A-B-C-D-E-F*. Wątpić należy, czy system proponowany byłby korzystniejszy od turbin osiowych i zwykłych turbin Ljungstroema.



Rys. 27

Reasumując opis turbin promieniowych systemu *Siemens-Schuckerta*, podkreślić należy jeszcze, że typ ten nie może zastąpić kondensacyjnej turbiny osiowej lub promieniowo-przeciwbieżnej. Zgodnie z wolą firmy wytwórczej ma on znaleść zastosowanie tylko jako część wysokoprężna turbin, w szczególności jako turbina przeciwprężna, przedewszystkiem przy wysokich ciśnieniach i temperaturach pary dolotowej. Nie miałem dotychczas sposobności badać tego typu turbin. Wątpliwości, jakie nasunęły mi się, mianowicie konieczność stosowania bardzo wąskich łopatek celem osiągnięcia dostatecznej $\Sigma\mu^2$ oraz częściowo przepływ pary w kierunku promieniowym od zewnątrz do wewnątrz, zaznaczyłem przy opisie. Praktyka wykaże natomiast w najbliższym czasie, czy turbiny promieniowe Siemens-Schuckerta posiadają rzeczywiście zalety podawane przez wytwórcę w stosunku do turbin osiowych. Według wykazów zamówień zakupiono bowiem 11 sztuk tego rodzaju turbin w r. 1933, a 21 sztuk w r. 1934. Jedno jest pewne, że choćby system ten nie osiągnął w praktyce wyników spodziewanych, to jednak przyczyni się on z powodu wywołanej rywalizacji do wprowadzenia ulepszeń w budowie turbin parowych innych rodzajów.

SPROSTOWANIE.

W pierwszej części niniejszego artykułu na str. 5 należy wprowadzić nast. poprawkę:

Wydrukowano:

$$\mu = \frac{\sqrt{\Sigma\mu^2}}{91{,}5\sqrt{h_s}}$$

Powinno być:

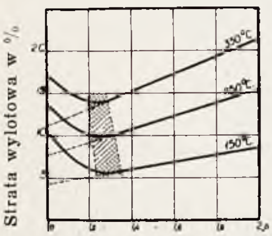
$$\nu = \frac{\sqrt{\Sigma\mu^2}}{91{,}5\sqrt{h_s}}$$

Inż. JAN KORASIEWICZ.

STRATA WYLOTOWA KOTŁA.

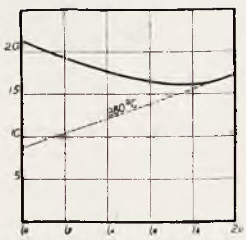
W dążeniu do osiągnięcia jaknajwyższej sprawności kotła nowoczesnego zwrócono też uwagę na proces spalania w celu najwydatniejszego zmniejszenia straty kominowej i strat przez niezupełne spalanie. Sumę tych strat można określić, jako stratę wylotową kotła (analogja do turbiny parowej). Język niemiecki posiada na nią utarty termin: Abgasverlust, w odróżnieniu od straty kominowej: Schornsteinverlust. Tak więc na stratę wylotową kotła składa się ciepło jawne, którego z różnych powodów nie dało się odebrać odlotowym spalinom i ciepło utajone, zawarte w tychże spalinach, któremu nie dał się wyzwolić niedoskonały proces spalania. Dobre przeprowadzenie procesu spalania opiera się na dostarczeniu odpowiedniego nadmiaru powietrza przy odpowiedniej temperaturze w palenisku.

Temperatura paleniska nowoczesnego kotła przy normalnem obciążeniu leży z reguły znacznie powyżej granicy zapłonu, pozatem jest ona zależną od konstrukcji kotła; czynnikiem więc decydującym w ruchu danego kotła o dobroci spalania jest głównie nadmiar powietrza t. j. stosunek ilości powietrza rzeczywiście doprowadzonej do ilości teoretycznie potrzebnej. Nadmiar powietrza określa całkowicie stratę wylotową, gdyż będąc funkcją trzech wielkości: CO_2, O_2, CO charakteryzuje tak stratę kominową, jak też i stratę przez niezupełne spalanie. Zmniejszanie nadmiaru powietrza, czyli tak popularne dążenie do osiągnięcia najwyższej procentowej zawartości CO_2 zmniejsza stratę kominową; przy zbyt wysokiej jednak zawartości procentowej CO_2



Nadmiar powietrza.

Rys. 1



Nadmiar powietrza.

Rys. 2

zaczyna się pojawiać w spalinach CO, niwecząc wywołaną w ten sposób stratą przez niezupełne spalanie korzyść zdobytą zmniejszeniem straty kominowej. Wynika stąd, że zawsze istnieje pewien graniczny nadmiar powietrza, poniżej którego zaczyna pojawiać się strata przez niezupełne spalanie. Graniczny ten nadmiar zależy od systemu paleniska i od jakości węgla. Im palenisko jest doskonalszego typu t. zn. im racjonalniejszy zapewnia przydział powietrza i zmieszania jego z gazami (sekcyjny podwiew, wtórne powietrze, wreszcie paleniska pyłowe) ten nadmiar graniczny jest mniejszy, a co zatem, mniejszą jest strata wylotowa.

Trzeba tu nawiasem wspomnieć, że nadmiar powietrza zmienia się wzdłuż powierzchni ogrzewalnej kotła skutkiem nieszczelności obmurza. Nadmiar powietrza w palenisku będzie zawsze mniejszy od nadmiaru u zasuwy kominowej, przyczem różnica może być nawet dość duża. Różnica ta określa t. zw. stratę przez nieszczelności. obmurza. Analiza spalin u zasuwy kominowej służy do obliczenia całkowitej straty wylotowej łącznie ze stratą przez nieszczelności.

Porównywując pod względem nadmiaru granicznego czy to różne paleniska, czy też różne gatunki i sortymenty węgla należy posługiwać się analizą spalin braną w tym samym punkcie powierzchni ogrzewalnej.

Załączony wykres (rys. 1) zależności straty wylotowej od nadmiaru powietrza opracowano na podstawie obserwacyj poczynionych podczas pomiaru cieplnego kotła sekcyjnego z jednym walczakiem poprzecznym o p. o. 550 m^2, zaopatrzonego w sekcyjny podwiew z dodawaniem wtórnego powietrza. Ze względu na naturalny wyciąg temperatura u podstawy komina wynosiła 250°C (wszystkie podane cyfry odnoszą sie do normalnego obciążenia). Nadmiarem granicznym jest tu $n = 1.3$. Z przebiegu krzywej straty wylotowej widać, że jej minimum nie leży w jednym punkcie, lecz rozciąga się na pewien obszar. Jest to bardzo przyjemne dla prowadzącego palenisko, bo nie wymaga ścisłego trzymania się jednego nadmiaru powietrza, lecz pozostawia wolną rękę w pewnym najkorzystniejszym obszarze. Wrysowane dodatkowe krzywe straty wylotowej (z przeliczenia) dla temperatur wylotu 150° i 350° wskazują, że obszar ten zwiększa się przy spadku temperatury wylotu. Przemawia to na korzyść sztucznego wyciągu. Możność palenia z różnemi nadmiarami powietrza bez zwiększania straty wylotowej jest bardzo cenną przy zmianach obciążenia. Przy zmniejszaniu obciążenia trzeba zmiejszyć nadmiar powietrza dla przytłumienia ognia, a znów dla rozniecenia ognia zwiększyć nadmiar przy wzroście obciążenia. Jeżeli zmiany te nie były zbyt duże, tak, że nadmiar powierza nie wyszedł z korzystnego obszaru, to takie wahania obciążenia nie odbiją się niekorzystnie na stracie wylotowej.

W rozważaniach powyższych przyjęto, że temperatura wylotu nie zmienia się w zależności od składu spalin.

Praktyka potwierdza istotnie, że temperatura wylotu wykazuje w tym względnie dużą bezwładność i obojętność, a nieznaczne jej wahania nie mają dla straty wylotowej praktycznego znaczenia.

Przy wymienionym kotle przeprowadzono również pomiar z zamkniętym dopływem wtórnego powietrza. Analogiczny do poprzedniego wykres dla tego pomiaru przedstawia rys 2. Mimo że obciążenie kotła utrzymywano na tej samej wysokości temperatura wylotu podniosła się do 280°. Równocześnie poszła nieco w górę temperatura pary przegrzanej. Należałoby z tego wnioskować, że po zamknięciu wtórnego powietrza nastąpiło wydłużenie się płomienia i dopalanie po przejściu już pewnej części powierzchni ogrzewalnej. Jest to wniosek o tyle ciekawy, że wysokość komory ogniowej wynosiła około 3,5 m, a wysokości takie wedle powszechnego przekonania dostatecznie zapewniają ukończenie procesu spalenia w obrębie komory ogniowej i osiągnięcie najwyższej temperatury przed rurami (przy tej ilości lotnych składników, którą posiadają stosowane u nas gatunki węgla). Okazuje się więc, że jeżeli powietrze dopływa tylko przez ruszt, to wtedy skutkiem niedobrego wymieszania powietrza z gazami nawet przy wyższych komorach ogniowych może zajść wy-

padek wydłużania się szukającego powietrza płomienia, ponad pierwsze rzędy rur. Rozumując odwrotnie możnaby oczekiwać, że przy tak skonstruowanym dopływie wtórnego powietrza który zapewniłby silne wiry i dobre wymieszanie spalin możnaby obniżyć komorę ogniową bez obawy o to, by droga potrzebna do zupełnego spalenia była za krótką. Wniosek ten opiera się na jednym pomiarze, na podstawie spostrzeżeń poczynionych przy jednym kotle. Może jest przedwczesnem w ten sposób szerzej go uogólniać, niemniej jednak byłoby pożądanem wziąć przytoczone uwagi w ogień dyskusji, którąby wyświetliła gruntownie przyczyny i wyjaśniła przebieg zjawiska.

Wykres wskazuje, że przy próbie bez wtórnego powietrza, graniczny nadmiar znacznie się zwiększył, oraz znacznie wzrosło minimum straty wylotowej.

Trzeba wyjaśnić, że podczas tego pomiaru nie dokonano ani jednej analizy bez zawartości *CO*, tak, że prawa gałęź krzywej jest zbudowana na podstawie pewnej ekstrapolacji. Uderza tutaj wysoka cyfra nadmiaru granicznego. Należy jednak wziąć pod uwagę, że podwiew przy tym kotle był skonstruowany słabiej prawdopodobnie o jakieś 25%, które miał dostarczyć wtórny dopływ. Dlatego też uniknięcie zupełne straty przez *CO* było by możliwe w tym wypadku może tylko przez otwarcie ostatnich sekcyj podwiewowych, t. j. przy dużym nadmiarze powietrza. Normalnie podwiew sekcyjny konstruowany bez wtórnego powietrza charakteryzowany byłby mniejszem nadmiarem granicznym.

Ogólnie biorąc jednak zwłaszcza przy sztucznym wyciągu bezpieczniej jest obracać się, poza korzystnym obszarem w wyższych nadmiarach, bo przy niskiej temperaturze wylotu mniej pogarsza stratę wylotową za duży nadmiar powietrza, niż rosnąca szybko zawartość *CO*. Pogarsza się wprawdzie odbiór ciepła w palenisku (promieniowanie) przez obniżenie jego temperatury przy większym nadmiarze, za to polepsza się odbiór ciepła przez przewodzenie, tak, że temperatura wylotu nie ulega dużym zmianom. Może się więc obniżyć chyba wydajność kotła, ale nie sprawność.

Reasumując powyższe rozważania należy nadmienić, że potwierdzają one pewne zalety sekcyjnego podwiewu, sztucznego wyciągu i wtórnego powietrza pod kątem widzenia straty wylotowej, przyczem stratę wylotową określano, jako sumę straty kominowej i strat przez niezupełne spalanie.

Inż. KAZIMIERZ WĘCŁAWSKI.

O SPOSOBIE OKREŚLANIA NIEBEZPIECZNEGO NAPIĘCIA DOTYKU.

Zagadnienie zabezpieczenia ludzi od porażeń prądem elektrycznym było już wielokrotnie przez różnych autorów roztrząsane, pomimo jednak tego sprawa ta zawsze jest jeszcze otwartą, a szerokiemu ogółowi mało znaną.

Poważniejszych prac na ten temat w języku polskim nie posiadamy, natomiast mamy już parę rozpraw, z których jedne omawiają samo zjawisko porażenia, inne zaś analizują środki zaradcze przeciw porażeniom.

W niniejszej rozprawce omówimy pewien szczegół, nie dość wyraźnie podkreślony w wymienionych polskich pracach, przytoczonych w końcu artykułu, a mający zasadnicze znaczenie dla kontroli instalacyj elektrycznych.

W chwili gdy człowiek, wskutek zetknięcia się z przedmiotem, będącym pod napięciem względem ziemi, zamknie swem ciałem obwód elektryczny, nastąpi przepływ prądu oraz powstaną w tym obwodzie spadki napięć. Wielkość spadków napięć, innemi słowy wysokość napięcia, przypadająca na poszczególne części, w ten sposób powstałego obwodu elektrycznego, w szczególności zaś na włączonego do obwodu człowieka, ma decydujące dla życia ludzkiego znaczenie.

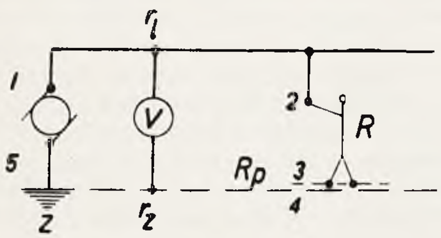
Rys. 1 podaje schemat obwodu elektrycznego w chwili, gdy człowiek, będąc uziemionym przez stanie na ziemi, dotknie ręką instalacji elektrycznej, będącej pod napięciem względem ziemi. Dzięki obecności napięcia pomiędzy ziemią a przewodem dosyłowym, co w praktyce codziennej ma miejsce w instalacjach z uziemionym biegunem, fazą lub zerem transformatora, pocznie, przez tak powstały obwód elektryczny, płynąć prąd. Oczywiście, pełne napięcie źródła prądu pokryje całkowicie spadki napięć w poszczególnych częściach obwodu elektrycznego, przytem spadki te będą proporcjonalne do oporności tych części obwodu.

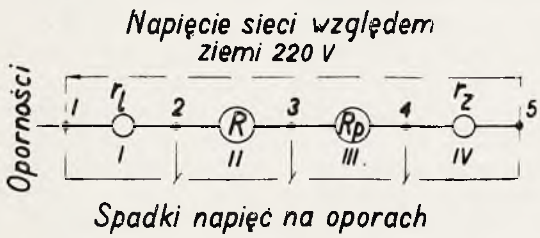
Rysunek 2 podaje schemat podziału spadków napięć w obwodzie, podanym na rys. 1. Z powyższego schematu widać, iż całkowite napięcie źródła prądu idzie na pokrycie następujących spadków napięć:

I. Spadku napięcia na linji zasilającej, t. j. między punktami 1—2.

II. Spadku między punktami dotyku a nogami człowieka, t. j. między pkt. 2 — 3.
III. Spadku między stopami człowieka a ziemią, t. j. między pkt. 3—4.
IV. Spadku na uziemieniu, t. j. między pkt. 4 — 5.

Spadek napięcia II między punktami dotyku człowieka (2) a nogami jego (3), stanowi *napięcie dotyku.*





Rys. 1
Dotknięcie przez człowieka linji elektrycznej.
Rys. 2
Schemat podziału spadków napięć i oporności.

Z przytoczonego widać, iż wielkość tego napięcia decyduje, czy dotknięcie instalacji elektrycznej zagraża życiu ludzkiemu.

Dla przedstawienia sobie obrazu w jakich granicach mogą zmieniać się w obwodzie, podanym na rysunku 1, poszczególne spadki napięć, przytoczymy przykład liczbowy.

Poszczególne oporności obwodu są następujące:

1. Oporność omowa linji (1—2), $r_l = 2$ omy
2. Oporność człowieka łącznie z opornością przejścia między ręką a linją (2—3), $R = 1400$ omów.
3. Oporność przejścia między nogami a ziemią (3—4), $R_p = 590$ omów.
4. Oporność uziemnienia (4 — 5), $r_z = 8$ omów.

Stąd całkowita oporność zamkniętego obwodu elektrycznego wyniesie 2000 omów, co przy napięciu sieci względem ziemi 220 voltów da prąd 0,11 *A*.

Taki prąd popłynie przez człowieka, w razie gdy warunki elektryczne ułożą się jak w przytoczonym przykładzie. Prąd tej wielkości z całą pewnością jest dla człowieka śmiertelny. Spadki napięcia na poszczególnych odcinkach obwodu będą następujące:

Odcinek	1—2:	0,11 × 2 =	0,22 V.
„	2—3:	0,11 × 1400 =	154,0 V.
„	3—4:	0,11 × 590 =	64,9 V.
„	4—5:	0,11 × 8 =	0,88 V.
		Razem	220,0 V.

Z powyższego zestawienia wyraźnie widać, iż decydujący wpływ na wielkość napięcia dotyku a więc i prądu mają tylko 2 czynniki: oporność człowieka oraz oporność przejścia między nogami a ziemią.

Wobec zasadniczego znaczenia tej części napięcia, którą nazwaliśmy napięciem dotyku, opracowana została metoda, która pozwala w różnych warunkach otoczenia pomierzyć to napięcie.

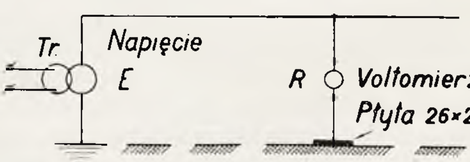
Jest to metoda pomiaru przy pomocy woltomierza.

Z wielu możliwości porażenia człowieka rozpatrzymy tu najczęściej spotykany przypadek, gdy człowiek stoi na ziemi i dotyka przedmiotu, będącego pod napięciem.

Oporność człowieka zmienia się w dużych granicach, więc dla rozważań naszych musimy przyjąć granicę dolną, najmniej korzystną, a wynoszącą ok. 1300 omów. Co się tyczy oporności przejścia, to tu czynnik ten zmienia się w jeszcze szerszych granicach, gdyż od paru omów do wielu tysięcy. Da się jednak ująć, jeśli chodzi o człowieka stojącego na ziemi, w postaci zależności od właściwej przewodności terenu na którym człowiek stoi.

Na podstawie obliczeń i pomiarów stwierdzono, iż blacha o wymiarach 26 × 26 *cm*, przyciśnięta do ziemi, stojącym na niej człowiekiem, posiada taką samą oporność przejścia co i człowiek.

Na powyższem została oparta metoda pomiaru napięcia dotyku.



Rys. 3
Schemat pomiaru napięcia dotyku.

Do badanego punktu linji, będącej pod napięciem, naprzykład, korpusu maszyny elektrycznej, co do której istnieje przypuszczenie, iż jest pod napięciem, włączamy jeden zacisk woltomierza, drugi zacisk łącząc z płytą metalową o wymiarach 26 × 26 *cm*, leżącą na ziemi i przyciśniętą ciężarem stojącego na niej człowieka.

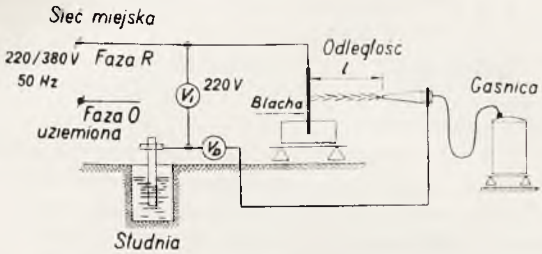
W takim układzie połączeń oporność woltomierza zastępuje nam oporność człowieka, rys. 1 i 2, pkt. 2—3, natomiast oporność przejścia płyty, jak to było wskazane wyżej— oporność przejścia człowieka (pkt. 3—4). Należy tu jednak zachować pewien warunek, wynikający z samego założenia metody: woltomierz wraz z oporami musi posiadać oporność 1300 omów. Wtedy jego wskazania dają bezpośrednio wielkość napięcia dotyku. Jeśli jednak jest zastosowany woltomierz o innej

oporności R, to otrzymany wynik należy przeliczyć podług wzoru:

$$V_D = \frac{E}{1 + \frac{R}{1300}\left(\frac{E}{V} - 1\right)}$$

gdzie: V_D — napięcie dotyku rzeczywiste,
E — napięcie sieci względem ziemi,
V — napięcie dotyku, pomierzone przy pomocy woltomierza.
R — oporność woltomierza.

W każdym przypadku otrzymane napięcie V_D, jeśli nie ma zagrażać życiu, nie powinno być wyższe od 42 V.



Rys. 4
Schemat połączeń elektrycznych przy badaniach gaśnicy.

Praktyczne zastosowanie tej metody nie nastręcza trudności, a w wielu przypadkach jest ona jedyną do zastosowania.

Między innemi tą metodą zostały wykonane przez Wydział Elektryczny Stowarzyszenia Dozoru Kotłów pomiary i próby pewnej gaśnicy, w celu określenia, czy gaszenie pożaru instalacji elektrycznej o napięciu 380/220 V wymienioną gaśnicą nie będzie przedstawiało niebezpieczeństwa dla obsługującego gaśnicę.

Pomiar przeprowadzano podług schematu rys. 4.

Do prób użyto trzy rodzaje roztworu:
1. Roztwór kwaśny (dla piany chemicznej).
2. Roztwór obojętny (dla piany powietrznej).
3. Roztwór wody z sodą.
4. Czystą wodę.

Otrzymano następujące wyniki:

Odległość w *cm*	Roztwór			
	1	2	3	4
	Napięcie dotyku w Voltach.			
5	175	2,34	106	40
10	144	0,94	76,5	32
50	50	—	20,5	5,7
100	25	—	4,7	—

Z powyższych pomiarów wynika, iż najbezpieczniejszą okazała się gaśnica pianowa powietrzna (o roztworze 2).

Przy pomocy więc przytoczonej metody, posiadając woltomierz o znanej oporności, możemy we wszystkich okolicznościach pomierzyć napięcie dotyku i określić stan bezpieczeństwa instalacji elektrycznej.

Przytoczona metoda może być stosowana do instalacyj o napięciu najwyżej 3000 V, powyżej których zachodzą dodatkowe zjawiska, komplikujące całe zagadnienie.

Literatura.

1. Bernard Szapiro — Zarządzenia chroniące od niebezpiecznych napięć dotyku, Warszawa.
2. Bernard Szapiro — Uziemienie przewodu zerowego w urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia.
3. Inż. W. Kotelewski i inż. J. Skowroński — O porażeniu prądem elektrycznym.
4. Stowarzyszenie Elektryków Polskich S. E. P.— Wskazówki obchodzenia się z domowemi urządzeniami elektrycznemi. Środki ostrożności przeciwko porażeniom i pożarom. P. N. E. 29.
5. S. E. P. — Wskazówki obchodzenia się z urządzeniami elektrycznemi w razie pożaru. P. N. E. 26.
6. S. E. P. — Wskazówki niesienia doraźnej pomocy w wypadku porażenia prądem elektrycznym P. N. E. 9.
7. Löbe — Erdung, Nullung und Schutzschaltung.
8. Rüdenberg — Sternpunktserdung bei Hochspannungsleitungen.

KRONIKA TECHNICZNA.

Określanie rozchodu pary turbin z pobieraniem [1]).

Określenie zależności rozchodu pary turbiny z pobieraniem od obciążenia i ilości pary pobieranej, zwykle przeprowadza się tylko podczas odbioru gwarancyjnego i to dla warunków zastrzeżonych w gwarancjach. Aby można było osądzić, czy dla warunków ruchowych turbina pracuje ekonomicznie i przy projektowaniu instalacji aby można było określić koszta eksploatacji, należy zbadać zależności jakie zachodzą między wyżej wymienionemi wielkościami.

[1]) Wiestnik inżynierow i technikow Nr. 2 i 8, 1934 r.

Podany poniżej sposób określenia rozchodu pary turbin zależnie od obciążenia i ilości pobieranej pary, ogłoszony przez prof. M. H. Hazena (Odessa), zasługuje na omówienie.

Jak wiadomo sprawność turbiny z pobieraniem mierzona na zaciskach generatora wynosi:

$$\eta_e = \frac{860 \, . \, Ne}{G_1 \, . \, \Delta i_1 + G_2 \, . \, \Delta i_2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

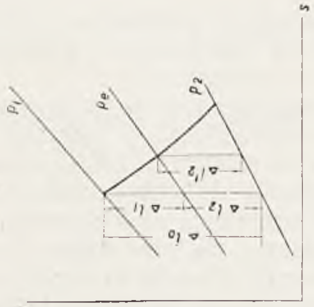
gdzie (rys. 1): Ne — obciążenie na zaciskach generatora w kW;
G_1 — całkowity rozchód pary t. j. rozchód pary w wysokoprężnej części turbiny w $kg/godz$;

Δi_1 — spadek adjabatyczny cieplika od ciśnienia dolotowego do ciśnienia pary pobieranej w *Kal/kg;*

G_2 — rozchód pary w niskoprężnej części turbiny w *kg/godz;*

Δi_2 — spadek adjabatyczny cieplika od ciśnienia pobierania do ciśnienia w kondensatorze w *Kal/kg.*

Wprowadzony we wzorze (1) dla części niskoprężnej turbiny, spadek cieplika Δi_2 według zasadniczej adjabaty, bardziej odpowiada rzeczywistemu działaniu turbiny z pobieraniem i jej sprawności, aniżeli często wprowadzany do tego wzoru rzeczywisty spadek cieplika $\Delta i_2'$ (rys. 1).



Rys. 1

Jeżeli dla porównania, uzmysłowimy sobie turbinę z pobieraniem jako turbinę kondensacyjną, wytwarzającą tę samą moc i pracującą przy tych samych stanach pary oraz posiadającą dla wszystkich obciążeń tę samą sprawność co rozpatrywana turbina z pobieraniem, to rozchód pary G_o w *kg/godz* takiej turbiny kondensacyjnej wyniesie:

$$G_o = \frac{860 \,.\, Ne}{\eta_e \,.\, \Delta i_o} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1a)$$

Oznaczając przez $\Delta i_o = \Delta i_1 + \Delta i_2$ oraz ilość pary pobieranej przez $E = G_1 - G_2$ można obliczyć z równania (1) całkowity rozchód pary turbiny z pobieraniem:

$$G_1 = \frac{860 \,.\, Ne}{\eta_e \,.\, \Delta i_o} + E \,.\, \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} = G_o + E \,.\, \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} \quad . \; . \; . \quad (2)$$

Drogą analogicznych rozumowań można obliczyć całkowity rozchód pary w przypadku dwóch wzgl. kilku miejsc pobierania pary z turbiny [1]).

Jak wynika z równania (1) i (1a), między wielkościami G_1 i G_2 oraz porównawczym rozchodem pary G_o istnieje następująca zależność:

$$G_o \,.\, \Delta i_o = G_1 \,.\, \Delta i_1 + G_2 \,.\, \Delta i_2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

[1]) Otrzymany wzór (2) jest podobny do wzoru:

$$D = D_x + g \,.\, N + E \,.\, \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} \,.\, \mu \,.\, \frac{\eta_2}{\eta_e} = D_e + E \,.\, y \,.\; . \,(2a)$$

jednak w porównaniu z tym ostatnim ma on szereg zalet. Wprowadzony porównawczy rozchód pary G_o wg. definicji podanej wyżej, całkowicie odpowiada ilościom pary G_1 i G_2, które wytwarzają energję elektryczną w rzeczywistej turbinie z pobieraniem, a przyjęcie tej samej sprawności η_e uwzględnia przytem rzeczywiste warunki pracy. Równanie (2) jest wygodniejsze do zastosowań praktycznych, ponieważ nie zawiera ono ilorazu sprawności i spółczynnika μ.

Chcąc podanym wzorem (2) określić całkowity rozchód pary G_1 w turbinie z pobieraniem, w przypadkach różnych obciążeń i różnych ilości pobieranej pary, wzór ten należy przekształcić, przyjmując, że zużycie pary G_1 i G_2 w części wysoko i niskoprężnej zmieniają się linjowo z obciążeniem. Wtedy otrzymujemy równania:

$$G_1 = G_{x_1} + A \,.\, N_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$
$$G_2 = G_{x_2} + B \,.\, N_2$$

gdzie: G_{x_1} i G_{x_2} — rozchody pary w *kg/godz* przy biegu luzem turbiny w wysoko i niskoprężnej części;

N_1 i N_2 — obciążenia w wysoko i niskoprężnej części turbiny w *kW* przyczem: $N_e = N_1 + N_2$;

A i B — spółczynniki zależne od wartości obciążeń.

Spółczynniki A i B można określić w następujący sposób. Jeżeli przyjmiemy, że dla całkowitego stałego obciążenia turbiny $N_e = N_1 + N_2$ sprawność η_e pozostaje stała niezależnie od zmiany poszczególnych wielkości N_1 i N_2, czyli niezależnie od wielkości pobieranej pary, wtedy z równania (1a) wynika, że $G_o = Const.$ Różniczkując równanie (3) przy założeniu, że ciśnienie pary za turbiną jest stałe, albo ściślej, że są jednakowe adjabatyczne spadki cieplika otrzymujemy:

$$\frac{\Delta i_1}{\Delta i_o} \,.\, dG_1 + \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} \,.\, dG_2 = O \quad . \; . \; . \quad (5)$$

Natomiast z różniczkowania równania (4) wynika:

$$A = \frac{dG_1}{dN_1} \;; \qquad B = \frac{dG_2}{dN_2}$$

Ponieważ $N_e = N_1 + N_2 = \text{Const}$, czyli: $dN_1 + dN_2 = O$ więc:

$$B.\, dG_1 + A.\, dG_2 = O$$

Ostatecznie z równań (5) i (6) otrzymujemy.

$$A = k.\, \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} \;; \qquad B = k.\, \frac{\Delta i_1}{\Delta i_o} \;;$$

Podstawiając te spółczynniki w równanie (3) i uwzględniając równanie (4), otrzymujemy zależność między porównawczym rozchodem pary G_o (równoznacznym z ogólnym rozchodem pary turbiny z pobieraniem) i obciążeniem turbiny N_e w postaci następującego równania linji prostej:

$$G_o = G_{x_1} \,.\, \frac{\Delta i_1}{\Delta i_o} + G_{x_2} \,.\, \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} +$$
$$+ (A + B) \,.\, \frac{\Delta i_1 \,.\, \Delta i_2}{\Delta i_o^{\;2}} \,.\, N_e \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7)$$

albo w postaci ogólnej: $G_o = G_{xo} + c \,.\, N_e$ . . (7a)

$$\text{gdzie:} \quad G_{xo} = G_{x_1} \,.\, \frac{\Delta i_1}{\Delta i_o} + G_{x_2} \,.\, \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} \quad . \; . \; . \; . \quad (8)$$

$$c = k \,.\, \frac{\Delta i_1 \,.\, \Delta i_2}{\Delta i_o^{\;2}} \;; \qquad k = A + B.$$

Podana wzorem (7a) wielkość rozchodu pary może służyć do wykreślnego przedstawienia t. zw. *charakterystyki cieplnej turbiny z pobieraniem pary* $G_o = f(N_e)$ jako linji prostej. Taka charakterystyka ułatwia rozwiązanie szeregu zagadnień związanych z warunkami

pracy turbiny z pobieraniem. Z równań (2) i (7) można ostatecznie wyrazić ogólny rozchód pary turbiny z pobieraniem G_1 w zależności od obciążenia Ne i ilości pobieranej pary E.

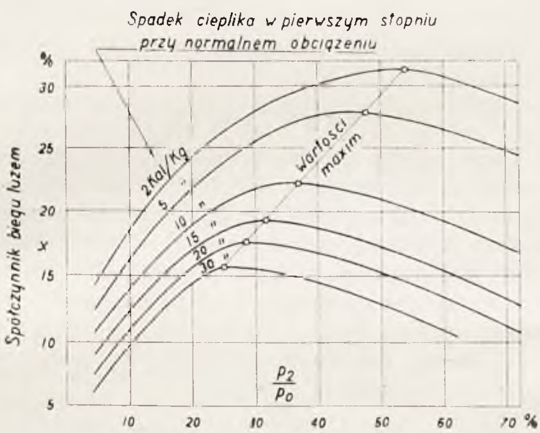
$$G_1 = G_{x1} \cdot \frac{\Delta i_1}{\Delta i_o} + G_{x2} \cdot \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} +$$

$$+ (A + B) \cdot \frac{\Delta i_1 \cdot \Delta i_2}{\Delta i_o{}^2} \cdot Ne + E \cdot \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} \quad . \; . \; . \quad (9)$$

albo w postaci ogólnej:

$$G_1 = G_{xo} + c \cdot Ne + E \cdot \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} \quad . \; . \; . \; . \quad (9a)$$

Rozchód pary turbiny z pobieraniem dla biegu luzem G_{xo} może być wyznaczony z równania (8) obliczając dla obu części turbiny rozchody pary G_{x_1} i G_{x_2}. Obliczenie to można przeprowadzić biorąc spółczynnik biegu luzem turbiny z krzywych podanych przez A. Renfordta rys. (2) (Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen, str. 24, Nr. 1 r. 1928).



Rys. 2

Spółczynnik biegu luzem turbiny w zależności od wartości stosunku ciśnień $\frac{p_2}{p_o}$ i od wielkości spadku cieplika w pierwszym stopniu dla normalnego obciążenia turbiny.

Spółczynnik c we wzorze (9a) najlepiej określać z wartości G_{xo} i G_o dla dowolnego obciążenia turbiny więc np. obciążenia dla którego jest zwykle podana sprawność turbiny. Spółczynnik c obliczony z równania (7a) wynosi: $c = \frac{G_o - G_{xo}}{Ne}$

Przykład 1.

Turbina z pobieraniem zaprojektowana jest dla normalnego obciążenia $Ne = 20000$ *kW* i pobierania pary $E = 40000$ *kg/godz;* dla tych warunków sprawność jej wynosi $\eta e = 0{,}82$. Największy przełyk części wysokoprężnej wynosi $G_1 = 145000$ *kg/godz*, części niskoprężnej $G_2 = 85000$ *kg/godz*. Regulacja turbiny jakościowa, w pierwszym stopniu spadek cieplika wynosi $\sim$ 15 *Kal/kg*. Ciśnienie i temperatura pary dolotowej $p_1 = 29$ *ata*, $t_1 = 400^0$ C, ciśnienie pary pobieranej $pe = 1{,}2$ *ata*, ciśnienie wylotowe $p_2 = 0{,}04$ *ata*

Adjabatyczne spadki cieplika wynoszą (rys. 1): $\Delta i_1 = 163$ *Kal/kg* i $\Delta i_o = 272$ *Kal/kg*. W części wysokoprężnej turbiny, dla spadku cieplika w pierwszym stopniu 15 *Kal/kg* i dla stosunku ciśnień $\frac{p_2}{pe} = \frac{1{,}2}{29} = 0{,}04$, z krzywych Renfordta, spółczynnik biegu luzem wynosi $x_1 = 9\%$. Dla części niskoprężnej spółczynnik ten można przyjąć $x_2 = 8\%$.

Rozchód pary części wysoko i niskoprężnej turbiny dla biegu luzem wynosi:

$$G_{x_1} = 145000 \cdot 0{,}09 = 13050 \; kg/godz,$$

$$G_{x_2} = 85000 \cdot 0{,}08 = 6800 \; kg/godz.$$

Całkowity rozchód pary turbiny z pobieraniem dla biegu luzem[1]).

Rozchód pary dla $Nek = 20000$ *kW* z równania (1a) wynosi [2]):

$$G_o = \frac{20000 \cdot 860}{272 \cdot 0{,}82} = 77000 \; kg/godz$$

Znając wielkości G_{xo} i G_o można określić stałą c z równania (7a):

$$c = \frac{G_o - G_{xo}}{Ne} = \frac{77000 - 10550}{20000} = 3{,}32$$

Ogólny rozchód pary dla danego obciążenia i określonej ilości pobieranej pary wynosi z równania (9a):

$$G_1 = 10550 + 3{,}32 \cdot Ne + 0{,}4 \cdot E; \; kg/godz.$$

Jest to równanie charakterystyki cieplnej rozpatrywanej turbiny z pobieraniem.

Charakterystyka cieplna turbiny daje możność porównania rozchodu pary w instalacji posiadającej turbinę z pobieraniem i instalacji posiadającej turbinę kondensacyjną.

Jeżeli energja elektryczna i cieplna są wytwarzane oddzielnie to całkowity rozchód pary (God) w kg/godz takiej instalacji wynosi:

$$G_{od} = G_e + E \cdot \frac{i_n}{i_1} \quad . \; . \quad (10)$$

---

[1]) W turbinie kondensacyjnej, przyjętej do porównania, rozchód pary dla biegu luzem D_x w równaniu (2a) można obliczyć z wzoru:

$$D_x = x \cdot g_e \cdot Ne$$

gdzie: X — spółczynnik biegu luzem turbiny kondensacyjnej

$g_e = \frac{860}{\eta_e \cdot \Delta i_o}$; zużycie pary na 1 *kWh*

Ne — normalna moc turbiny kondensacyjnej w *kW*.

$$G_{xo} = 13050 \cdot \frac{163}{272} + 6800 \cdot \frac{109}{272} = 10550 \; kg/godz.$$

[2]) Dla danego przykładu przełyk turbiny kondensacyjnej przyjętej do porównania wynosi z równania (1a):

$$G_o = \frac{860 \cdot 25000}{0{,}82 \cdot 272} = 96500 \; kg/godz$$

gdy tymczasem przełyk części wysokoprężnej turbiny z pobieraniem wynosi 145000 *kg/godz*, a części niskoprężnej — 85000 *kg/godz*.

gdzie: Ge — rozchód pary w kg/godz. potrzebny do wytworzenia energji elektrycznej, w turbinie kondensacyjnej, który dla dowolnego obciążenia może być, jak podano wyżej, określony równaniem:

$$G_e = Gx^e + c \cdot N_e;$$

E — ilość zużywanej pary na własne potrzeby w kg/godz

i_n — cieplik pary zużywanej na własne potrzeby w Kal/kg.

i_1 — cieplik pary zużywanej do wytwarzania energji elektrycznej w Kal/kg.

Drugi składnik równania (10) oznacza rozchód pary na własne potrzeby odniesiony do cieplika pary zużywanej na wytwarzanie energji elektrycznej.

Jeżeli energja elektryczna i cieplna produkowane są łącznie, czyli jest zainstalowana turbina z pobieraniem, to ogólny rozchód pary takiej instalacji można określić na podstawie następujących rozważań.

Rozpatrywaną turbinę z pobieraniem zamieniamy dla porównania na fikcyjną turbinę kondensacyjną, wytwarzającą tę samą moc i pracującą przy takich samych stanach pary oraz posiadającą dla wszystkich obciążeń tę samą sprawność jak i turbina z pobieraniem. Przyjęte równe sprawności obu turbin mogą być wyrażone równaniem:

$$\eta_e = \frac{860. N_e}{G_1 \cdot \Delta i_1 + G_2 \cdot \Delta i_2} = \frac{860 \cdot N_e}{G_o \cdot \Delta i_o} \quad . \quad . \quad (11)$$

w którym oznaczenia są identyczne jak w równaniach (1) i (2). Jeżeli ilość pobieranej pary $E = G_1 - G_2$ to z równania (2) ogólny rozchód pary instalacji w której energje elektryczna i cieplna są wytwarzane łącznie, wynosi:

$$G_1 = G_o \cdot \frac{\Delta i_o}{\Delta i_1} - G_2 \cdot \frac{\Delta i_2}{\Delta i_1} = G_o + E \cdot \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o} \quad . \quad . \quad (12)$$

Oszczędność rozchodu pary w instalacji posiadającej turbinę z pobieraniem w porównaniu z instalacją posiadającą turbinę kondensacyjną będzie:

$$E_k = G_{od} - G_1 = (G_e - G_o) + E \cdot \left(\frac{i_n}{i_1} - \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o}\right) \quad (13)$$

Rozchód pary G_o w równaniu (13) nie jest równy rozchodowi Ge, ponieważ sprawność turbiny z pobieraniem, zwłaszcza przy częściowych obciążeniach, jest mniejsza od sprawności turbiny kondensacyjnej o tej samej mocy.

Jeżeli w równaniu (13) różnica $(G_e - G_o)$ jest mniejsza od zera to wartość ta oznacza niedobór pary wskutek gorszych warunków pracy instalacji z turbiną z pobieraniem, w porównaniu z turbiną kondensacyjną.

Jak już podano wyżej porównawczy rozchód pary Go dla różnych warunków pracy przedstawia równanie linji prostej:

$$G_o = G_{xo} + c \cdot N_e$$

Dla pracującej turbiny z pobieraniem określenie wielkości porównawczego rozchodu pary G_o nie przedstawia trudności. Do wyznaczenia tej wielkości, jak widać z równania (12), potrzebne są wartości G_1 i E oraz stany pary, które dane są warunkami eksploatacji. Jeżeli warunki pracy turbiny dają pewne odchylenia od warunków normalnych (gwarantowanych przez dostawcę), to określenie wartości Go można przeprowadzić zapomocą wykresu IS w następujący sposób.

Oznaczając przez $\Delta i'_o$ całkowity adjabatyczny spadek cieplika w warunkach pracy turbiny oraz $\Delta i'_1$ i $\Delta i'_2$ — adjabatyczne spadki cieplika w częściach turbiny wysokoprężnej i niskoprężnej, to rozchód pary Go z równania (12) dla zmienionych stanów pary wynosić będzie:

$$G'_o = G_1 \cdot \frac{\Delta i'_1}{\Delta i_o'} + G_2 \cdot \frac{\Delta i'_2}{\Delta i'_o}$$

Porównawczy rozchód pary odniesiony do warunków normalnych będzie:

$$G_o = G'_o \cdot \frac{\Delta i'_o}{\Delta i_o} = G_1 \cdot \frac{\Delta i'_1}{\Delta i_o} + G_2 \cdot \frac{\Delta i'_2}{\Delta i_o};$$

albo:

$$G_o = \left[G_1 - E \cdot \frac{\Delta i'_2}{\Delta i_o} \right] \cdot \frac{\Delta i'_o}{\Delta i_0};$$

Wyżej podane rozważania najlepiej wyjaśnią przykłady.

P r z y k ł a d 2.

Dane są dla turbiny z pobieraniem: obciążenie na zaciskach generatora $N_e = 25000\ kW$, ilość pobieranej pary (normalna) $E = 90000\ kg/godz$, ciśnienie i temperatura pary dolotowej $p_1 = 29\ ata$; $t_1 = 400^0 C$, ciśnienie pary pobieranej $p_e = 6\ ata$ ciśnienie pary na wyjściu z części niskoprężnej $p_2 = 0{,}04\ ata$, cieplik pary dolotowej i pobieranej $i_1 = 772\ Kal/kg$; $i_e = 702\ Kal/gk$.

Równanie porównawczego rozchodu pary, obliczone jak w przykładzie 1, wynosi:

$$G_o = 17600 + 3{,}55 \cdot N_e.$$

Dane dla turbiny kondensacyjnej, przyjętej dla porównania: $N_e = 25000\ kW$; $p_1 = 29\ ata$; $t_1 = 400^0$C; $p_2 = 0{,}04\ ata$; $\eta_e = 0{,}79$ i spółczynnik biegu luzem $x = 0{,}06$. Równanie rozchodu pary dla tej turbiny wynosi:

$$Ge = 6000 + 3{,}76\ .\ Ne$$

Należy określić oszczędność w rozchodzie pary turbiny z pobieraniem dla średniego obciążenia $Ne = 17500\ kW$ i pobierania pary $E = 90000\ kg/godz.$

O b l i c z e n i e.

Rozchód pary turbiny kondensacyjnej dla obciążenia $Ne = 17500\ kW$ w instalacji, w której energja elektryczna i cieplna produkowane są oddzielnie (turbina kondensacyjna) wynosi:

$$Ge = 6000 + 3{,}76\ .\ 17500 = 71700\ kg/godz.$$

Porównawczy rozchód pary (równoznaczny z rozchodem pary w turbinie z pobieraniem) dla instalacji w której energja elektryczna i cieplna produkowane są łącznie wynosi:

$$Go = 17600 + 3{,}55\ .\ 17500 = 79900\ kg/godz.$$

Oszczędność pary w instalacji z turbiną z pobieraniem wynosi:

$$E_k = (Ge - Go) + E\ .\left(\frac{in}{i_1} - \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o}\right) =$$

$$= (71700 - 79700) + 90000\ .\left(\frac{702}{772} - \frac{178}{272}\right) = 14900 kg/godz$$

TABLICA I.

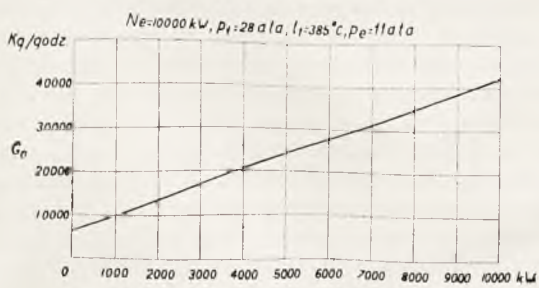
Turbina Wumag — dwukadłubowa z pobieraniem pary $Ne = 10000$ *kW*; $p_1 = 28$ *ata*; $t_1 = 385^0C$; $pe = 11$ *ata*.

Nr. pomiaru		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Obciążenie nominalne	%	1,0	1,0	0,75	0,50	1,0	0,75	1,0	0,75	1,0	1,0	0,75	0,50
Obciążenie na zaciskach generaratora	*kW*	9925	9911	7533	5058	10074	7581	9963	7555	10021	10062	7572	5102
Sprawność generatora	%	96,37	96,35	96,12	95,15	96,35	96,12	96,35	96,13	—	—	—	—
Ciśnienie pary dolotowej (p_1) .	*ata*	28,17	28,28	28,52	28,42	27,65	28,69	28,21	28,37	29,20	28,76	28,42	28,80
Temperatura pary dolotowej .	^0C	389,4	380,8	390,9	376,3	369,7	381,0	380,8	382,2	379,4	384,4	378,1	381,4
Ciśnienie pary pobieranej (pe)	*ata*	10,97	11,03	11,00	10,74	10,99	11,46	10,98	11,44	10,83	10,84	8,38	5,92
Temperatura pary pobieranej .	^0C	289,7	283,6	297,1	289,6	281,0	289,2	292,0	300,8	—	—	—	—
Ciśnienie pary na wyjściu z turbiny (p_2)	*ata*	0,027	0,0256	0,023	0,023	0,022	0,023	0,0275	0,024	0,031	0,030	0,0255	0,02
Ilość kondensatu (G_2)	*kg/godz*	34225	34469	24917	16447	37662	27204	39458	28838	43116	42699	32657	23465
Ilość pary pobieranej (E) . .	*kg/godz*	34886	35065	34452	34966	25246	25682	15286	15681	0	0	0	0
Ogólny rozchód pary (G_1) . .	*kg/godz*	69080	69486	59341	51365	62878	52850	55716	44487	43116	42699	32657	23465
Sprawność turbiny mierzona na zacis. generat. (ηe)	%	73,4	73,4	70,6	64,8	73,5	71,5	72,4	72,1	73,2	73,6	71,5	65,8
Porównawczy rozchód pary odniesiony do warunków normalnych (Go)	*kg/godz*	42059	41965	33253	24331	42329	33043	42918	32660	42500	42400	32900	24140

Dla rozpatrywanego obciążenia $Ne = 17500$ *kW*, oszczędność pary w porównaniu z turbiną kondensacyjną będzie równa zeru, jeżeli ilość pobieranej pary wynosi 31500 *kg/godz.*

Przykład 3.

Dane z pomiarów dwukadłubowej turbiny z pobieraniem pary o mocy $Ne = 10000$ *kW* zestawione są w tablicy 1.



Rys. 3

Porównawczy rozchód pary *Go* przeliczony na normalny spadek adjabatyczny cieplika $\Delta i_o = 275$ *Kal/kg* wynosi:

$$Go = 6000 + 3,6 \ . \ Ne$$

Jest to równanie charakterystyki cieplnej turbiny, którą przedstawia rys. 3.

Równanie rozchodu pary dwukadłubowej turbiny kondensacyjnej dla $\eta_e = 0,78$ i dla spółczynnika biegu luzem $x = 8\,\%$, wynosi:

$$Ge = 3200 + 3,68 \ . \ Ne.$$

Należy określić oszczędność pary turbiny z pobieraniem w porównaniu z instalacją posiadającą turbinę kondensacyjną, dla średniego obciążenia $Ne = 6000$ *kW* i średniej ilości pary pobieranej $E = 20000$ *kg/godz.*

Obliczenie.

$$Go = 6000 + 3,6 \ . \ 6000 = 27600 \ kg/godz.$$

$$Ge = 3200 + 3,68 \ . \ 6000 = 25280 \ kg/godz.$$

Dla: $i_1 = 766$ *Kal/kg*; $i_n = 720$ *Kal/kg*; $\Delta i_2 = 215$ *Kal/kg*; $\Delta i_o = 275$ *Kal/kg*.

oszczędność w rozchodzie pary wynosi:

$$E_k = (Ge - Go) + E \ . \left(\frac{i_n}{i_1} - \frac{\Delta i_2}{\Delta i_o}\right) = (25280 - 27600) + 20000 \ . \left(\frac{720}{766} - \frac{215}{275}\right) = 840 \ kg/godz.$$

Dla rozpatrywanego obciążenia $Ne = 6000$ *kW*, oszczędność pary jest równa zeru, jeżeli ilość pobieranej pary wynosić będzie 14700 *kg/godz.*

Dla uproszczenia w obliczeniach cieplik pary używanej na własne potrzeby przyjęto stały i równy $i_n = i_1 - \Delta i_1 \ . \ \eta_{i1}$, gdzie η_{i1} sprawność wewnętrzna części wysokoprężnej turbiny z pobieraniem.

Podany sposób przeliczenia umożliwia prawidłowe obliczenie oszczędności rozchodu pary instalacji posiadającej turbinę z pobieraniem w porównaniu do rozchodu pary instalacji z turbiną kondensacyjną. W prze-

liczeniu tem, jak widać, zasadnicze znaczenie ma wprowadzona wielkość porównawczego rozchodu pary *Go*.

Bez wprowadzenia wielkości *Go*, oszczędność pary, w rozpatrywanych wyżej dwuch przykładach, rachunkowo byłaby równa: dla przykładu 2:

$$E_k = E \cdot \left(1 - \frac{\Delta i_2}{\Delta i_0}\right) = 90000 \cdot \left(1 - \frac{178}{272}\right) = 31000\ kg/godz$$

co przewyższa otrzymaną przedtem wielkość więcej niż 2 razy;

dla przykładu 3:

$$E_k = E \cdot \left(1 - \frac{\Delta i_2}{\Delta i_0}\right) = 20000 \cdot \left(1 - \frac{215}{275}\right) = 4350\ kg/godz$$

co przewyższa otrzymaną przedtem wielkość więcej niż 5 razy.

Podany sposób obliczenia ma zwrócić uwagę czytelników na ułatwienia wynikające z zastosowania tych przeliczeń w praktyce i byłoby pożądanem, żeby notatka ta spowodowała krytyczne wypowiedzenie się fachowców z dziedziny turbin.

W.

SKRZYNKA POCZTOWA.

W sprawie polityki elektryfikacyjnej państwa.

Zachowanie objektywnego sądu wobec współczesnych wypadków i zdarzeń jest niewątpliwie rzeczą trudną, zwłaszcza dla ludzi, biorących czynny udział w organizowaniu i nadawaniu kierunku określonej pracy. Z chwilą, gdy taka jednostka w pewnem stadjum tej pracy traci wpływ na jej bieg, wtedy czuje się „wysadzoną z siodła" i przyszłość tej pracy widzi w posępnych kolorach.

W takiej sytuacji znalazł się prof. Sokolnicki, jeden z czynniejszych członków Polskiego Komitetu Energetycznego, stanowiącego ciało doradcze w zakresie spraw elektryfikacyjnych.

Prof. Sokolnicki umieścił artykuł p. t. „Myśli krytyczne w 10-ciolecie Ustawy Elektrycznej" w zeszycie XII lwowskiego „Przeglądu Ekonomicznego", z 1934 r. w którym nakreślił ponury obraz stanu obecnego elektryfikacji i który stanowi gwałtowny akt oskarżenia nietylko polityki państwowej, lecz niebacznie pośrednio i działalności samego prof. Sokolnickiego, jako byłego przewodniczącego Komisji Gospodarki Elektrycznej przy Polskim Komitecie Energetycznym. W świetle wywodów prof. Sokolnickiego, Ustawę Elekryczną, stanowiącą fundament działalności państwowej, w zakresie elektryfikacji, możnaby uznać naogół za dobrą, aczkolwiek „przesiąkniętą socjalizmem" („stark sozialisierend"), gdyby nie została spaczoną błędną polityką państwową, która doprowadziła, według jego zdania, do zaprzepaszczenia elektryfikacji.

Taki jest podstawowy zarzut, rozpatrywany nie na tle fluktuacji życia gospodarczego od odzyskania niepodległości, lecz w oderwaniu od tego życia.

Takie stanowisko prof. Sokolnickiego tylko dezorjentuje czytelnika, elektryfikacja bowiem jest ściśle związana z życiem gospodarczem, a więc z modernizacją i powstawaniem nowych warsztatów przemysłowych, ze zmiejszaniem kosztów produkcji, ulepszaniem środków komunikacji, wreszcie z podniesieniem poziomu kultury materjalnej społeczeństwa.

Rozwój elektryfikacji jest uzależniony od przebiegu produkcji przemysłowej, która zkolei musi się stosować do konjunktury gospodarczej. Zużycie energji elektrycznej staje się więc wskaźnikiem tej konjunktury. Wzmożenie produkcji przemysłowej odbija się dodatnio na gospodarce elektrycznej, natomiast kryzys pociąga za sobą zastój. Nawet w okresie przesilenia gospodarczego (1933 r.) ok. 80% spożywanej energji idzie na przemysł. Ingerencja państwa — winna dążyć do wprowadzania nowoczesnej elektryfikacji, zasilającej jaknajtańszą energją przemysł.

Nasze życie gospodarcze jest niezmiernie ubogie we wszystkich dziedzinach wytwórczości i w porównaniu z Zachodem jesteśmy cofnięci o kilka dziesiątków lat wstecz. W takich warunkach, a zwłaszcza w obliczu faktu stałego falowania naszych stosunków ekonomicznych, nie można się było spodziewać nadzwyczajnego rozkwitu elektryfikacji. Jesteśmy na szarym końcu pod względem użytkowania elektryczności. Zagranicą wzrasta przedewszystkiem moc elektrowni, a w związku z tem postępuje centralizacja wytwórczości energji, doprowadzająca do obniżania cen prądu, u nas zaś wzrasta głównie ilość drobnych elektrowni, pracujących przeważnie na oświetlenie, wytwarzających drogo i sprzedających drogo energję.

Mapa elektryczna Polski jest odbiciem sytuacji gospodarczej w poszczególnych częściach kraju. Niejednolity poziom przemysłowy różnych dzielnic znajduje swój wyraz w nierównomiernem spożyciu energji na głowę ludności od 2 *kWh* na kresach wschodnich do 1200 *kWh* na Śląsku.

Powodów takiego słabego rozwoju zastosowania elektryczności należy również szukać z jednej strony w wysokich taryfach za prąd, co jest spowodowane dużemi kosztami kapitału i ruchu w stosunkowo drobnych elektrowniach i brakiem kapitałów na powiększanie elektrowni i sieci przewodów, a z drugiej — w fakcie, że wielki przemysł posiada przeważnie własne wytwórnie elektryczne, uważając, że elektrownie użyteczności publicznej są nieraz zbyt małe do zaspakajania potrzeb wielkich zakładów przemysłowych i że elektrownie własne (przemysłowe) dają większą pewność ruchu i niezależność od obcego dostawcy prądu.

Opracowany przez prof. Sokolnickiego („Sprawozdania i Prace P. K. En." za 1930 r. Nr. 13 — 34) program elektryfikacji na terenach dojrzałych do elektryfikacji, przewiduje w 1950 r. spożycie energji w ilości ok. 440 *kWh* na mieszkańca, co zbliżałoby Polskę do stanu Niemiec z 1928 r. Plan techniczny, przewidujący nawet tak skromny postęp w rozwoju elektryfikacji, układa się łatwo, natomiast trudno uwierzyć w jego zrealizowanie własnemi siłami, gdyż wymaga olbrzymich kapitałów, mianowicie (według obliczenia prof. Sokolnickiego) wydatkowania rocznie przeciętnie ok. 313 miljonów złotych w ciągu 40 lat, nie biorąc w rachubę

kosztów sieci średniego i niskiego napięcia. Uzyskanie takich olbrzymich kapitałów, przekraczających możliwości Państwa, oczywiście staje się utopją, jeżeli nie kwadraturą koła.

Dotychczasowe próby zainteresowania kapitału wielkim programem elektryfikacji wykazały niemożliwość zrealizowania tego programu. Trzeba się liczyć z faktem, że celowej elektryfikacji nie dokona inicjatywa kapitału prywatnego.

Kapitał krajowy jest zbyt szczupły i rozproszkowany, aby mógł podjąć się zadania elektryfikacji, zadania obliczonego przecież nie na szybkie i doraźne zyski.

Z wyjątkiem elektrowni samorządowych, prawie w całym przemyśle elektrownianym decyduje kapitał zagraniczny: z tym stanem trzeba sie pogodzić na dłuższą metę.

Na politykę kapitału zagranicznego wpływ rządu jest minimalny, a kapitałowi obcemu, zresztą b. ostrożnemu w angażowaniu się u nas, chodzi jedynie o jaknajwiększy zysk, a nie o planową elektryfikację Polski. Stąd dążność do opanowania tylko dochodowych ośrodków konsumcji i najtańszych źródeł energji, z pominięciem zupełnem względów np. obrony Państwa, oraz zadań natury pionierskiej, które elektryfikacja winna dokonać dla możliwie równomiernego ożywienia gospodarczego całego kraju i to zarówno ośrodków, odrazu bardzo dochodowych, jak i ośrodków, zwracających jedynie koszta własne, ale nierentownych.

Brak kapitałów nie pozwala Państwu na urzeczywistnienie programu elektryfikacji w całej rozciągłości. Z tej racji Państwo dąży do realizowania elektryfikacji kraju przez pobudzenie inicjatywy prywatnej i pragnie stworzyć w drodze specjalnych przywilejów takie warunki gospodarcze i prawne dla kapitału, któreby zachęcały kapitał do inwestycji elekryfikacyjnej i dawały mu pewność zysków. Współpraca i współdziałanie Państwa z przedsiębiorstwami, rozumiejącemi swe zadania zgodnie z interesami Państwa i dającemi wszelkie gwarancje z punktu widzenia państwowego oraz finansowego, winny być oparte na wzajemnem zaufaniu, polegającem na zrozumieniu, że kapitał włożony w elektryfikację musi działać w warunkach sprzyjających jego rentowności.

Państwo, dążąc usilnie do pobudzenia inicjatywy prywatnej, ma na względzie również doraźne korzyści, wypływające z faktu, że z sum włożonych w elektryfikację, tylko część pójdzie zagranicę (ok. 20%) na zakup maszyn i aparatów, niewyrabianych w kraju i surowców, których nie posiadamy. Reszta kapitału pozostanie w kraju na pokrywanie kosztów budowy elektrowni i sieci oraz kosztów ruchu.

Ponieważ złudą byłoby liczyć na większy dopływ kapitałów obcych, gdyż sprawa zainteresowania prywatnego kapitału przez Państwo napotyka na znaczne trudności, należy więc brać w rachubę konkretne możliwości. W pierwszym rzędzie jest wskazane zachęcanie istniejących zasobnych elektrowni do lepszego wyzyskania ich zdolności produkcyjnej i możliwości finansowych zarówno na terenach uprawnień, jak i na obszarach ekspansyjnych. Skoro istnieje możliwość szybkiego zelektryfikowania jakiegoś obszaru przez kapitał prywatny we własnym zakresie, bez pomocy państwowej, to taka inicjatywa winna znaleźć poparcie rządu, w myśl postulatów gospodarczych.

Rola samorządu w elektryfikacji jest naogół nikła z braku własnych kapitałów i na skutek niewyłączenia gospodarki elektrycznej z ogólnej gospodarki gminnej.

Pozostaje więc jeszcze systematyczne przeprowadzenie elektryfikacji przez przedsiębiorstwa państwowe z kredytów Banku Gospodarstwa Krajowego i Funduszu Pracy. Szczupłość kredytów nie pozwala jednak na rozwinięcie szerszej akcji.

Taka jest sytuacja i takie są wytyczne działalności Państwa w zakresie elektryfikacji. A jakie są konkretne dotychczas wyniki i fakty, dotyczące rozwoju elektryfikacji?

Tablica poniższa obrazuje rozwój elektryfikacji.

Rok	Ilość elektrowni użyteczn. publ. i przem.		Moc instalowana w 1000 *kW*		Średnia moc I-ej elektrowni *kW*
		%		%	
1925	635	100	824,2	100	1.300
1926	731	115	870,4	106	
1927	742	117	932,7	113	
1928	852	131	1.004,7	121	
1929	872	137,5	1.273,5	154	
1930	946	149	1.399,2	170	
1931	953	150	1.439,6	175	
1932	956	151	1.471,9	178	
1933	ok 960	151	ok. 1480	180	
1934	ok. 965	152	ok. 1500	182	ok. 1.555

W okresie lat 1925 — 1934 ilość elektrowni (bez zakładów przemysłowych o mocy poniżej 100 *kW*) wzrosła o 52%, ich moc o 82% (znamienne, że systematyczny wzrost mocy wykazują nawet lata kryzysu, co świadczy, że energja elektryczna staje się jednym z elementów minimum egzystencji), a średnia (przeciętna) moc jednej elektrowni podniosła się z 1300 do 1555 *kW*. Ogólna wartość elektrowni, zarówno użyteczności publicznej, jak i przemysłowych, wraz z sieciami w przybliżeniu wynosi ok. 2 miljardów zł., gdy cały majątek państwowy jest szacowany na ok. 13,5 miljardów złotych.

Lata kryzysu przyniosły ruinę olbrzymich majątków, latyfundjów i przedsiębiorstw wszelkiego rodzaju. Państwo było zmuszone ratować wiele zakładów przemysłowych, przejmując je w swoje ręce („etatyzm mimowoli"), a inne i to najcięższego kalibru — poważnie subsydjować pieniędzmi, ulgami i zamówieniami. Otóż z dumą możemy podkreślić, że ani jedna elektrownia od najmniejszej do największej nie zbankrutowała, nie zwinęła swej działalności; z tej nawałnicy dziejowej elektryfikacja wychodzi obronną ręką. Bezsprzecznie, sytuacja elektrowni jest poważna, ale nie beznadziejna, żadna z nich nie opiera swej działalności na „szczudłach" rządowych. Jasna rzecz, że taki stan przeczy tezom prof. Sokolnickiego; nasza Ustawa Elektryczna, a z nią i polityka rządowa nie kładą elektryfikacji „na obie łopatki", a przeciwnie, ta elektryfikacja

nie zawisła w powietrzu, lecz zapuściła mocne korzenie w naszym organiźmie gospodarczym i może o sobie powiedzieć: „j'y suis, j'y reste" bez oglądania się na pomoc Państwa. Czy wiele gałęzi przemysłu może się tem pochwalić?

Udział kapitału zagranicznego w przemyśle elektrownianym jest probierzem „socjalizacji" Ustawy Elektrycznej. Otóż kapitał akcyjny wszystkich naszych 19-tu spółek akcyjnych eksploatujących elektrownie oraz sieci wynosi (na 1. I. 34 r.) — 190 miljonów zł., w tem kapitału zagranicznego mamy w wysokości 142,2 mil. zł. czyli 75%. Tak wysoki % udziału kapitału obcego świadczy o wartości argumentu o „socjalizującym" charakterze naszego ustawodawstwa, gdyż kapitał nie angażowałby się na ryzyko ekspropriacji. Jednostronne wywody niemieckie, zacytowane pod tym względem przez pana profesora bez własnych komentarzy, bezkrytycznie, a więc przezeń podzielane, nie odpowiadają rzeczywistości.

Czy była więc „zgubną" działalność rządu w zakresie elektryfikacji? Niech odpowiedź dadzą cyfry, zaczerpnięte z bilansów tych 19-tu spółek akcyjnych, o których mowa wyżej, które reprezentują ogółem 345.133 *kW*, czyli ok. 54% całkowitej mocy elektrowni użyteczności publicznej.

Oto główne cyfry za 1933 r.

Łączny kapitał akcyjny	— 190	milj. zł.
„ „ amortyz.	— 167,6	„ „
„ majątek	— 521,7	„ „
Wierzyciele (zadłużenie)	— 148,7	„ „
Dłużnicy	— 59,9	milj. zł.
Wpływy całkowite	— 89,5	„ „
Zyski, wykaz. przez 10 spółek	6,61	„ „
Straty „ „ 5 „	0,34	„ „

Uwaga: 4 spółki nie wykazały ani zysków, ani strat.

Jakież więc są wyniki? Oto ogólny zysk 6,3 milj. zł. wynosi 3,3% w stosunku do kapitału akcyjnego.

Zadłużenie nie przekracza wysokości kapitału akcyjnego, stanowiąc 78,3% jego, a faktycznie będzie mniejsze, gdyż po odjęciu pozycji „dłużników", stanowiącej zadłużenie odbiorców, zredukuje się do 46,7% kapitału akcyjnego.

Pozatem łączny kapitał amortyzacyjny osiągnął 32,1% wartości majątku.

Elektrownie wyprodukowały 488 milj. *kWh*, a zakupiły 153 milj. *kWh*, dysponowały więc 641 milj., dla których przyjmiemy straty, jak w 1932 r. a więc w wysokości 15%.

Wpływ z I-ej *kWh* wyprodukowanej i zakupionej wynosi ok. 14 gr., a z I-ej *kWh* sprzedanej wynosi ok. 16,5 gr.

Ponieważ elektrownie ok. 80% energji sprzedały na przemysł, przeważnie po cenie kosztu, a nieraz po cenie tylko paliwa, więc przemysł otrzymywał energję po cenach b. niskich. W świetle tych cyfr elektryfikacja wypełnia kardynalny warunek, stawiany przez życie gospodarcze, a mianowicie: zasila przemysł tanią energją.

K. M.

Przegląd wydawnictw.

Wł. Kotelewski i J. Skowroński. Inżynierowie O porażeniu prądem elektrycznym. Nakładem „Wiadomości Elektrotechnicznych", Warszawa, Czackiego 5, str. 55, 1934 r.

Czasopismo „Wiadomości Elektrotechniczne" wydało broszurkę, będącą uzupełnionym i poprawionym przedrukiem szeregu artykułów, umieszczonych w roku 1933 w tem czasopiśmie.

Omawia ona podstawy niebezpieczeństwa porażenia prądem w sposób bardzo przystępny i poglądowy, dzięki czemu może okazać się wcale pożytecznem źródłem pogłębienia wiadomości o elektrotechnice.

Treść broszury w zarysach jest następująca:

Pojęcie o istocie porażenia prądem jest z reguły fałszywe a wynika ono z braku elementarnej znajomości fizyki elektryczności.

Czynnikiem, wywołującym porażenie, jest prąd, czyli przepływające przez ciało ładunki elektryczności, wywołany obecnością dwu czynników:

a) Źródła elektryczności o pewnem napięciu,
b) Oporności elektrycznej przewodzących przedmiotów.

O wielkości porażenia decyduje jedynie natężenie i rodzaj prądu (w amperach), przepływającego przez ciało człowieka.

Oporność ciała ludzkiego decyduje w większości wypadków o życiu porażonego. Oporność ta składa się z kilku poszczególnych oporności, zmieniających się naogół w dużych granicach.

Są to:

a) Oporność stykowa rąk (skóry) ew. nóg,
b) Oporność wewnętrzna ciała,
c) W niektórych przypadkach oporność przejścia między ciałem a ziemią.

Wielkość niebezpiecznego prądu dla organizmu ludzkiego waha się w zależności od rodzaju prądu, jego okresów (o ile jest zmienny) i właściwości indywidualnych porażonego. Pewnem jest jednak, iż prąd o natężeniu 0,1 *A* uważany jest za śmiertelny. Jako granicę górną bezpiecznego dla człowieka napięcia przyjęły Polskie Normy Elektrotechniczne 42 volty.

Szereg przykładów, ilustrowanych schematami, daje zupełnie dokładny obraz niebezpiecznych sytuacyj i przebiegu porażenia.

Broszurka, przez ujęcie zagadnienia w sposób elementarny, nie wyczerpała całego materjału jakim już rozporządza nauka w tej dziedzinie, pomimo jednak tego spełni swe zadanie o ile szeroki ogół techników zaznajomi się z jej treścią.

Inż. K. W.